

Traffic quality detection for motor vehicles involves outputting speed data acquired by vehicles, and computing parameters using sliding time window, to derive quality value

Patent number: DE19833614
Publication date: 2000-01-27
Inventor: BREITENBERGER SUSANNE (DE); HUBER WERNER (DE)
Applicant: BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG (DE)
Classification:
- **international:** G08G1/01; G08G1/01; (IPC1-7): G08G1/01
- **european:** G08G1/01B
Application number: DE19981033614 19980725
Priority number(s): DE19981033614 19980725

Report a data error here

Abstract of DE19833614

The method involves outputting at least the speed data acquired by sensors (10,13) at least one vehicle and computing at least one parameter from these data using a sliding time window. A traffic quality value is derived in the vehicle from the parameters that provides information about the quality of the traffic in the area around the associated vehicle. The system includes sensors (10,13), a computation unit (12), an evaluation unit (14) and a transmitter unit. An Independent claim is also included for a motor vehicle for implementing the method.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 33 614 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:
G 08 G 1/01

②① Aktenzeichen: 198 33 614.4
②② Anmeldetag: 25. 7. 1998
④③ Offenlegungstag: 27. 1. 2000

⑦① Anmelder:

Bayerische Motoren Werke AG, 80809 München,
DE

⑦② Erfinder:

Breitenberger, Susanne, 80336 München, DE;
Huber, Werner, 85609 Aschheim, DE

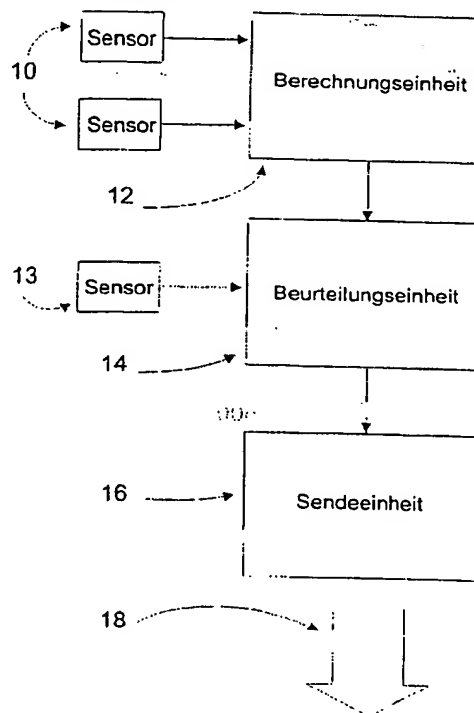
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 196 06 258 C2
DE 196 04 084 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren zur Verkehrsqualitätserkennung und Fahrzeug als Mittel dazu

⑤⑦ Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und ein Fahrzeug anzugeben, mit dem die Güte des Straßenverkehrs in jedem Moment genau ermittelt werden kann. Dies Aufgabe wird verfahrensmäßig dadurch gelöst, daß als Ausgangsgröße laufend zumindest die Geschwindigkeitsdaten bei wenigstens einem Fahrzeug ermittelt werden, aus dieser Größe zumindest eine Kenngröße jeweils über ein gleitendes Zeitfenster hinweg berechnet wird, und aus dieser Kenngröße oder diesen Kenngrößen im Fahrzeug ein Verkehrsqualitätswert ermittelt wird, der über die Verkehrsqualität im Bereich um das jeweilige Fahrzeug Auskunft gibt. Vorrichtungsmäßig umfaßt ein solches Fahrzeug als Mittel zur Bestimmung der Verkehrsqualität zumindest einen Geschwindigkeitssensor (10), der die Fahrzeuggeschwindigkeit laufend ermittelt, eine Berechnungseinheit (12) zur Bestimmung zumindest einer Kenngröße aus dem Geschwindigkeitssignal in einem gleitenden Zeitfenster, und eine Beurteilungseinheit (14), die aufgrund der Kenngröße oder der Kenngrößen einen Verkehrsqualitätswert ermittelt.



DE 198 33 614 A 1

DE 198 33 614 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verkehrsqualitäts-erkennung sowie ein Fahrzeug als Mittel dazu.

Durch die ständig größer werdende Anzahl von Verkehrsteilnehmern sind die Straßennetze zunehmend überlastet. Als Folge davon gewinnen ein intelligentes Verkehrsmanagement und aktuelle Verkehrsinformationen immer mehr an Bedeutung, um eine bessere Nutzung des vorhandenen Verkehrsraums und damit die Einsparung von Zeit, Kosten und Energie sowie die Verringerung von Verkehrsunfällen zu erreichen. Ein Kernpunkt beim Verkehrsmanagement ist die Ermittlung der Verkehrsqualität im Straßennetz.

Die Grundlage hochwertiger Verkehrsinformation bildet eine aktuelle Verkehrsdatenerfassung, die mit unterschiedlicher Methodik durchgeführt wird. Grundsätzlich werden lokal und mobil generierte Daten, also straßenseitig und fahrzeugseitig erfaßte Daten, unterschieden.

Straßenseitig generierte Verkehrsdaten sind Daten, die beispielsweise mittels Induktionsschleifen, die in die Fahrbahnoberfläche der Straßen eingelassen sind, aufgenommen werden. Sie geben querschnittsbezogen Auskunft über die aktuelle Verkehrsstärke und die mittlere Geschwindigkeit. Mit Kenntnis dieser zwei Parameter, bei denen es sich um makroskopische Verkehrsdaten handelt, und der individuellen Leistungsfähigkeit der Strecke kann der aktuelle Verkehrszustand und die Verkehrsqualität, klassisch unterschieden nach einem sechsstufigen "Level of Service" (Highway Capacity Manual, 1985), bestimmt werden.

Um einen Streckenabschnitt bezüglich der Verkehrslage beurteilen zu können, müssen in regelmäßigen Abständen Daten von den Induktionsschleifen vorliegen. Für ganze Straßennetze ist dies mit großem Aufwand und erheblichen Kosten verbunden, so daß der Einbau dieser Meßschleifen meist auf Hauptstraßen und auf Punkte von besonderer Bedeutung im Straßennetz begrenzt ist.

Andere Möglichkeiten bieten fahrzeugseitig erfaßte, mobil generierte, mikroskopische Verkehrsdaten. Fahrzeuggenerierte Daten sind streckenbezogene Daten, die im Verlauf der Fahrt eines einzelnen Fahrzeugs gesammelt, und von einem Fahrzeugrechner verarbeitet werden. Als wesentliche Kenngröße wurde bisher die Reisezeit, also Fahrzeit zwischen zwei Punkten im Straßennetz, erfaßt. Anlaß für die Beteiligung von Fahrzeugen an der Verkehrsdatenerfassung waren Feldversuche für individuelle Verkehrsleitsysteme mit dynamischer, den Verkehrsverhältnissen angepaßter Zielführung.

Mangels ausreichender, netzweiter Verfügbarkeit von Informationen über die aktuelle Verkehrslage, wurde die Idee der Reisezeiterfassung aus Fahrzeugen – sogenannter "floating cars" – entwickelt. Als Technologie stand zunächst die Bakenkommunikation zur Verfügung, die seit den siebziger Jahren in verschiedenen Feldversuchen erprobt wurde. Den am Straßenrand aufgestellten Baken werden aus vorbeifahrenden Fahrzeugen Reisezeiten übermittelt, aus denen die momentane Verkehrslage abgeleitet wird. Gleichzeitig werden an passierende Fahrzeuge die aktuellen Informationen zur Verkehrslage weitergegeben.

Eine wesentliche Einschränkung der Einsatzfähigkeit dieser Systeme besteht in der Notwendigkeit der zu installierenden Baken und dem damit verbundenen finanziellen Aufwand.

Zukunftsorientierter erscheinen Systeme, die auf die aufwendige Baken-, Induktionsschleifen- oder entsprechende Infrastruktur verzichten können, indem Informationen per Mobilfunk übermittelt werden. In diese Richtung geht ein neuer Ansatz, Verkehrsflußinformationen aus verschiedenen, im Fahrzeug generierbaren Daten zu erheben und dar-

aus im Fahrzeug, streckenbezogene aktuelle Verkehrs- und Umfeldsituationen zu erkennen. Diese Daten werden mit dem Begriff "fahrzeuggenerierte Daten" (FGD) bzw. "extended floating car data" bezeichnet.

5 Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Verkehrsqualitäts-erkennung aus fahrzeuggenerierten Daten und ein Fahrzeug als Mittel dazu anzugeben, bei dem die Güte des Straßenverkehrs in jedem Moment, insbesondere im Hinblick auf Geschwindigkeit, Reisezeit, Staulängen und Stau-

10 beginn, genau ermittelt werden kann.
Diese Aufgabe wird durch die in den Ansprüchen 1 und 9 angegebenen Merkmale verfahrens- bzw. vorrichtungstechnisch gelöst. Dabei handelt es sich um eine mikroskopische Verkehrsqualitätserfassung.

15 Zur Beurteilung herrschender Verkehrszustände auf Streckenabschnitten wird in der Verkehrstechnik der Begriff Verkehrsqualität verwendet, unter dem eine "zusammenfassende Gütebeurteilung des Verkehrsflusses" zu verstehen ist.

Anhand makroskopischer Verkehrsdaten wird bis heute 20 üblicherweise die Verkehrsqualität in sechs "Stufen der Verkehrsqualität" oder "Level of Service" (Highway Capacity Manual, 1985) unterschieden (Stufen A bis F). Stufen A bis E teilen den Verkehrsfluß vom freien Fluß bis hin zum Zustand des Verkehrsflusses im Wechsel zwischen stabilem 25 Fluß und instabilen Fluß ein. Stufe F ist dann erreicht, wenn das der Strecke zufließende Verkehrsaufkommen größer als ihre Leistungsfähigkeit und die Strecke somit überlastet ist (Stau).

Makroskopische Größen sind aus der Verkehrsdatenerfassung 30 mittels eines einzelnen Fahrzeuges nicht abzuleiten. Der Beurteilung der Verkehrsqualitäten aus fahrzeuggenerierten Daten liegt wesentlich das Verhalten einzelner oder weniger Fahrzeuge zugrunde. Daher kann zum einen kein Rückschluß auf die Verkehrsstärke gezogen werden. Zum anderen unterliegen gewonnene Kenngrößen stark dem fahrerspezifischen Verhalten. Da die konventionelle Einteilung der Verkehrsqualität beim Vorliegen von fahrzeuggenerierten Daten nicht angewendet werden kann, werden zunächst 35 neue Verkehrsqualitätsstufen a) bis f) eingeführt, die folgendes bedeuten:

Klasse a – freier Verkehr;
Klasse b – leicht gebundener Verkehr
Klasse c – gebundener Verkehr;
45 Klasse d – zähfließender Verkehr;
Klasse e – stockender Verkehr;
Klasse f – stehender Verkehr.

50 Ferner ist die Geschwindigkeit des Einzelfahrzeugs bei der mikroskopischen Verkehrsdatenerhebung der signifikanteste Parameter für die Zusammenhänge zwischen den Verkehrszuständen und den Einzelfahrzeugdaten.

Werden die Geschwindigkeitsdaten über die Zeit aufgezeichnet und über die Strecke dargestellt, erhält man ein Geschwindigkeitsprofil. Als Geschwindigkeitsrauschen oder 55 Unruhe werden die Schwankungen und Ausschläge der Geschwindigkeitswerte um ihren Mittelwert in einzelnen Zeitintervallen, dem Geschwindigkeitsniveau, bezeichnet. Die Ableitung dieser Geschwindigkeitsganglinie ist die Beschleunigungsganglinie. Beschleunigungswerte sind die positiven und negativen Veränderungen benachbarter Geschwindigkeitseinzelswerte zueinander. Die Veränderungen der Beschleunigung, das Beschleunigungsrauschen, ist ebenfalls eine relevante Meßgröße. Ferner stehen die 60 Bremsaktivitäten im direkten Zusammenhang mit der Geschwindigkeit eines Einzelfahrzeugs. Bestimmte Segmente der Geschwindigkeitsganglinie setzen auf Bremsaktivitäten auf. Funktionell betrachtet ist die Beschleunigungsganglinie

im Bereich negativer Steigungen ein Parameter der Bremsaktivitäten.

Die Form und das Niveau der Geschwindigkeitsentwicklung und des Beschleunigungsrauschens sowie der Parameter Bremsaktivitäten eines Einzelfahrzeugs stehen im Zusammenhang mit den herrschenden Verkehrszuständen und mit straßenseitig lokalen Bedingungen sowie fahrer- und weiterseitigen Randbedingungen. Die signifikanteste Kenngröße ist dabei das normierte Beschleunigungsrauschen R_n , welches sich aus dem Beschleunigungsrauschen σ_b dividiert durch die mittlere Geschwindigkeit \bar{v} eines Bezugsintervalls oder gleitenden Zeitfensters Z beschreiben läßt.

Mit zunehmendem Verkehrsaufkommen nimmt der Grad der Beeinflussung einzelner Verkehrsteilnehmer untereinander zu. Bei niedriger Verkehrsqualität muß eine Anpassung an das Verkehrsverhalten der anderen Teilnehmer aktiv und häufiger vorgenommen werden. Es kommt zu entsprechenden Bremsaktivitäten. Aus diesem Grund stellt die Bremshäufigkeit eine Kenngröße dar, die ebenfalls Aufschluß über eine abnehmende Verkehrsqualität gibt. Neben dem normierten Beschleunigungsrauschen R_n und den Bremsaktivitäten ist insgesamt auch die Analyse der Geschwindigkeitsentwicklung für die Beurteilung der Verkehrsqualität hilfreich.

Aufgrund der Kenngrößen der Geschwindigkeitsentwicklung, insbesondere des normierten Beschleunigungsrauschens R_n und der Bremsaktivitäten kann ein Verkehrsqualitätswert ermittelt werden, der eine genaue Information über die Verkehrsqualität im Bereich um das jeweilige Fahrzeug gibt. Dabei lassen sich die vorgenannten Verkehrsqualitätsstufen a) bis f) daraus ableiten. Diese Verkehrsinformationen können dann vorzugsweise über einen Sender, beispielsweise ein GSM System (Global System for Mobile Kommunikation) an eine zentrale Recheneinheit übermittelt werden. Diese Recheneinheit erhält ebenso georeferenzierte Daten des Fahrzeugs, beispielsweise über das GPS-Satelliten-System (Global Positioning System), so daß mit diesem Fahrzeug ein "Sensor" im Straßennetz vorhanden ist, der einen Verkehrsqualitätswert abgibt. Werden mehrere solcher "Sensoren" eingesetzt, so kann man auf einfache und kostengünstige Weise das gesamte Straßennetz mit nur einer vergleichsweise geringen Anzahl von Verkehrsteilnehmern abdecken.

Festzuhalten ist, daß bei dem vorliegenden Verfahren die Geschwindigkeitsdaten die Grundlage für die Verkehrsqualitätserfassung bildet.

Weitere Vorteile und Merkmale sind in den Unteransprüchen definiert.

Das erfindungsgemäße Verfahren und eine dazugehörige Vorrichtung in Form eines Fahrzeugs wird beispielsweise anhand einer besonderen Ausführungsform und mit Bezug auf die beigelegten Zeichnungen erläutert. Die Zeichnungen zeigen in

Fig. 1 ein Diagramm, in dem über der Zeit eine Geschwindigkeitskurve, die Bremsaktivitäten und das normierte Beschleunigungsrauschen R_n bei einer Testfahrt aufgezeichnet wurden,

Fig. 2 ein Ablaufdiagramm, anhand dessen die aus den Geschwindigkeitssignalen und Bremsaktivitäten gewonnenen Informationen in einen Verkehrsqualitätswert, der in eine der Stufen a) bis f) eingeteilt wird, umgewandelt werden und

Fig. 3 ein stark schematisiertes Blockdiagramm einer Vorrichtung in einem Fahrzeug als Mittel zur Bestimmung der Verkehrsqualität.

Im vorliegenden Ausführungsbeispiel ist ein Fahrzeug als Mittel zur Verkehrsqualitätserkennung ausgebildet. Das Fahrzeug umfaßt eine Einrichtung, die aus den Fahrzeugda-

ten anhand eines Ablaufdiagramms eine Information über die momentane Verkehrsqualität erzeugt und diese mittels GSM-Funkübertragung an eine zentrale Recheneinheit weitergibt. Dieser zentralen Recheneinheit werden zusätzlich vom Fahrzeug oder von einer anderen Seite die georeferenzierten Daten des Fahrzeugs übermittelt, so daß das Fahrzeug als lokalisierter Sensor im Straßennetz dient und der zentralen Recheneinheit über die gesamte Fahrzeit hinweg den jeweiligen Verkehrszustand übermittelt.

Gemäß Fig. 3 werden von im Fahrzeug angeordneten Sensoren 10 Fahrzeugdaten erfaßt und an eine Recheneinheit 12 im Fahrzeug weitergegeben. Im vorliegenden Fall handelt es sich bei diesen Daten vorrangig um die Geschwindigkeitsdaten. Es können jedoch auch andere Daten wie die Gaspedalstellung, die Drosselklappenstellung oder andere Fahrzeugbetriebsbedingungen an die Recheneinheit 12 übermittelt werden. Die Recheneinheit 12 kann aus den Geschwindigkeitssignalen die momentane Geschwindigkeit v , eine Durchschnittsgeschwindigkeit \bar{v} in einem bestimmten Zeitintervall oder gleitenden Zeitfenster Z , eine Beschleunigung b , eine Durchschnittsbeschleunigung \bar{b} in dem gleichen Zeitintervall Z und eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen der momentanen Geschwindigkeit und der Durchschnittsgeschwindigkeit in einem anderen Zeitintervall ermitteln.

Im vorliegenden Fall wird ein normiertes Beschleunigungsrauschen $R_n(t_i)$ wie nachfolgend dargestellt bestimmt

$$R_n(t_i) = \frac{\sigma(t_i)}{\bar{v} [t_i - 10, t_i]} \left[\frac{1}{s} \right],$$

wobei

$$\sigma(t_i) = \sqrt{\frac{1}{10} (b(t_i) - \bar{b} [t_i - 10, t_i])^2} \quad [m/s^2]$$

ist und als Zeitintervall Z (Zeitfenster) 10 Sekunden verwendet werden. Es ist natürlich auch die Verwendung eines anderen Zeitfensters möglich.

Ferner werden kontinuierlich die Durchschnittsgeschwindigkeit $\bar{v}(t_i - 60, t_i)$ und die momentane Geschwindigkeit $v(t_i)$ ermittelt. Das Zeitfenster bei der Ermittlung der Durchschnittsgeschwindigkeit (60 sec) ist vorliegend größer gewählt als dasjenige bei der Ermittlung der Beschleunigungsdifferenz (10 sec).

Die genannten Kenngrößen werden an eine Beurteilungseinheit 14 übermittelt, welche weitere Informationen von zusätzlichen Sensoren 13 erhält. Im vorliegenden Beispiel handelt es sich bei dem einzigen Sensor 13 um einen Bremsaktivitätssensor, der die Bremsaktivitäten in einem gleitenden Zeitfenster von 60 Sekunden an die Beurteilungseinheit 14 liefert.

Zusätzliche Sensoren können den Beleuchtungszustand, den Zustand der Scheibenwischerschaltung, die Außentemperatur, die Regenaktivität, die Aktivitäten der Radschlupfregelung, den Kilometerstand, die Blinkeraktivität, die Warnblinkaktivität, und/oder Datum oder Uhrzeit erfassen und an die Beurteilungseinheit 14 weitergeben.

Die Beurteilungseinheit 14 beurteilt anhand der Daten und aufgrund eines Algorithmus die momentane Verkehrsqualität und gibt einen dieser Information entsprechenden Wert in Form einer Verkehrsqualitätsstufe (Stufe a) bis f)) an eine Sendeeinheit 16 weiter, welche diese Information über Funk an eine außerhalb des Fahrzeugs befindliche zentrale Recheneinheit (nicht dargestellt) übermittelt (GSM-Signal 18).

In Fig. 2 ist ein Ablaufdiagramm dargestellt, unter dessen Zugrundelegen die Beurteilungseinheit 14 die vorliegenden Kenngrößen bewertet und die aktuelle Verkehrsqualität um das eigene Fahrzeug ermittelt.

Da das vorliegende Verfahren vorerst im Bereich der Autobahnen getestet wurde, wird in einem Schritt S100 zunächst abgefragt, ob sich das Fahrzeug auf einer Autobahn befindet. Ist dies nicht der Fall, so wird keine Analyse durchgeführt (Schritt S102) und wieder zum Anfang des Algorithmuses verzweigt.

Befindet sich das Fahrzeug auf einer Autobahn, so wird im Schritt S104 das normierte Beschleunigungsrauschen R_n gemäß obiger Formel berechnet und im Schritt S106 geprüft, ob dieser Wert größer als oder gleich 0,05 ist.

Es hat sich herausgestellt, daß ein bestimmter Wert des Beschleunigungsrauschens die Verkehrsqualitätsstufen a) bis c) und d) bis f) in etwa trennt. Im vorliegenden Fall wird davon ausgegangen, daß bei einem normierten Beschleunigungsrauschen R_n kleiner als 0,05 im wesentlichen eine der Verkehrsqualitätsklasse a) bis c) vorliegt. Bei einem normierten Beschleunigungsrauschen R_n größer oder gleich 0,05 wird meist eine der Verkehrsqualitätsstufen d) bis f) angenommen.

Ist ein normiertes Beschleunigungsrauschen R_n von weniger als 0,05 festgestellt, so muß noch in die entsprechende Verkehrsqualitätsklasse a) bis c) eingeteilt werden. Dazu wird zunächst im Schritt S108 geprüft, ob die Durchschnittsgeschwindigkeit \bar{v} in den vergangenen 60 Sekunden kleiner als 110 km/h ist. Ist dies der Fall und die Durchschnittsgeschwindigkeit größer als 30 km/h (Schritt S118), so wird in Schritt S120 die Verkehrsqualitätsstufe c) angenommen.

Ist Prüfung in Schritt S118 negativ, so wird in Schritt S119 geprüft, ob die Momentangeschwindigkeit $v(t_i)$ kleiner ist als die Durchschnittsgeschwindigkeit in den letzten 10 Sekunden. Ist dies nicht der Fall, wird ebenfalls zu S120 verzweigt und die Verkehrsqualitätsstufe c) angenommen. Andernfalls wird zu dem später beschriebenen Schritt S123 verzweigt.

Ist das Prüfungsergebnis in Schritt S108 negativ, so wird geprüft, ob die Durchschnittsgeschwindigkeit \bar{v} in den letzten 60 Sekunden größer als 150 km/h war (Schritt S110). Ist dies nicht der Fall, so wird eine Verkehrsqualitätsklasse a/b) angenommen (S112). Liefert die Prüfung im Schritt S110 jedoch ein positives Ergebnis, so werden die Bremsaktivitäten im Zeitraum der letzten 60 Sekunden beurteilt (S114). Liegen in diesem Zeitraum keine Bremsaktivitäten vor, so wird im Schritt S116 von einer Verkehrsqualitätsklasse a) ausgegangen. Ansonsten wird in Schritt S112 wiederum die Verkehrsqualitätsklasse a/b) angenommen.

Ist bei der Prüfung in Schritt S106 ein normiertes Beschleunigungsrauschen größer oder gleich 0,05 ermittelt worden, so wird nachfolgend untersucht, ob die Verkehrsqualität in eine der Stufen c) bis f) einzuteilen ist.

Dazu wird in Schritt S122 geprüft, ob die momentane Geschwindigkeit $v(t_i)$ kleiner als die Durchschnittsgeschwindigkeit während der letzten 10 Sekunden ist und/oder ob die momentane Beschleunigung $b(t_i)$ negativ ist. Ist keine dieser Bedingungen erfüllt, wird zum bereits beschriebenen Schritt S108 verzweigt. Andernfalls erfolgt in S123 die Überprüfung der Momentangeschwindigkeit $v(t_i)$. Ist diese größer als 60 km/h, so wird zum Zeitpunkt t_i die Verkehrsqualitätsstufe c) angenommen (S125).

Wird in S123 eine Geschwindigkeit kleiner als 60 km/h ermittelt, so folgt eine Georeferenzierung in Schritt S124, in dem geprüft wird, ob sich auf der Strecke innerhalb der letzten 90 Sekunden eine Autobahnabfahrt, ein Autobahnende oder ein Parkplatz befindet. Ist dies der Fall, so wird zum

Anfang des Algorithmus verzweigt und in Schritt S152 die nächste Prüfung eingeleitet.

Verläuft die Prüfung in S124 negativ, so wird in Schritt S126 festgestellt, daß sich zum Zeitpunkt t_i ein Staufuß befindet.

Nachfolgend wird dann eine Stauanalyse durchgeführt (S150). Dabei wird zunächst in Schritt S128 geprüft, ob in den zurückliegenden 60 Sekunden der Wert des normierten Beschleunigungsrauschens R_n größer oder gleich 0,05 war.

Ist dies nicht der Fall, so wird in Schritt S130 geprüft, ob die Durchschnittsgeschwindigkeit innerhalb der letzten 60 Sekunden bei 0 lag. Ist dies der Fall, so wird eine Verkehrsqualitätsstufe f) angenommen (S132). Ist dies nicht der Fall, so wird in Schritt S140 verzweigt. In diesem wird abgefragt, ob innerhalb der nächsten 90 Sekunden eine erneute Staumeldung vorliegt. Liegt keine erneute Staumeldung in den letzten 90 Sekunden vor, so wird in Schritt S142 der Staukopf bei t_i vermutet und in Schritt S154 eine Verkehrsqualitätsklasse c) angenommen.

Ist jedoch in Schritt S128 ein Wert R_n größer oder gleich 0,05 aufgetreten, so wird in Schritt S129 überprüft, ob gleichzeitig dazu die Beschleunigung negativ und/oder die Momentangeschwindigkeit $v(t_i)$ kleiner als die Durchschnittsgeschwindigkeit der davorliegenden 10 Sekunden war. Sind beide Bedingungen nicht erfüllt, so wird zu Schritt S140 verzweigt.

Wird in Schritt S140 eine erneute Staumeldung erzeugt, so wird zu Schritt S150 zurückverzweigt.

Ergibt die Stauanalyse in Schritt S129 jedoch, daß eine oder beide der obengenannten Bedingungen erfüllt ist bzw. sind, so wird in Schritt S136 geprüft, ob die Geschwindigkeit innerhalb der letzten 60 Sekunden bei 0 lag. Ist dies der Fall, so wird eine Verkehrsqualitätsklasse e) angenommen (Schritt S134), ist dies nicht der Fall, so wird eine Verkehrsqualitätsklasse d) (S138) angenommen.

Insgesamt kann mit dem vorliegenden Algorithmus der Verkehr in die Qualitätsstufen a) bis f) eingeteilt werden. Dabei können ergänzend noch die Informationen von anderen Sensoren (z.B. Lichtzustand, Scheibenwischerschaltung, Außentemperatur, Regensensor, Radschlupfregelsystemaktivität, Blinkeraktivität, Warnblinkeraktivität) ermittelt und mitberücksichtigt werden. Diese Signale lassen nämlich auch einen Aufschluß über die vorliegenden Fahrbedingungen und damit über eventuelle fahrerseitige Randbedingungen zu, so daß daraus resultierende Geschwindigkeitseffekte kompensiert werden können.

Es ist klar ersichtlich, daß das vorbeschriebene Verfahren eine besondere Möglichkeit zur Erkennung von Staus bietet. Insbesondere wurde in Schritt S126 ein Staufuß festgestellt. Eine solche Information kann sofort an eine zentrale Recheneinheit übermittelt werden, die diese Information wiederum an die übrigen Verkehrsteilnehmer übermittelt, so daß die durch einen Stau auftretende Verkehrsfährdung mitgeteilt werden kann.

In Fig. 1 ist ein Diagramm dargestellt, in dem über einer Zeitabszisse eine Geschwindigkeitskurve 30, das normierte Beschleunigungsrauschen R_n 40 und die Bremsaktivitäten 50 dargestellt sind. Bei den Praxisdaten trat im Zeitpunkt, der mit gestrichelter Linie A gekennzeichnet ist, ein Staufuß auf. Der Kopf des Staus lag zu einem Zeitpunkt vor, der mit der gestrichelten Linie B gekennzeichnet ist. Deutlich ist zu erkennen, daß die Werte des normierten Beschleunigungsrauschens R_n zwischen den Linien A und B immer wieder relativ hoch sind und insbesondere der Staufuß durch ein Ansteigen des normierten Beschleunigungsrauschens deutlich zum Ausdruck kommt. Ferner zeigt auch die Zunahme der Bremsaktivitäten einen Staukopf an. Gibt das Fahrzeug die Fahrzeugdaten in den entsprechenden Zeitpunkten mit

der zugehörigen Georeferenzierung an eine außerhalb des Fahrzeugs befindliche zentrale Recheneinheit ab, so kann diese den Stau schnell und genau erkennen und an die weiteren Verkehrsteilnehmer weitergehen.

Werden mehrere solcher Fahrzeuge als "Sensoren" verwendet, kann auch bereits durch einen kleinen Anteil von solchen Fahrzeugen im Straßennetz ein aussagekräftiger Zustand über die Verkehrsqualität im Straßennetz ermittelt werden.

Der oben vorgestellte Algorithmus eignet sich insbesondere für die Verkehrsqualitätsermittlung auf Autobahnen. Es stellt für den Fachmann jedoch keine Schwierigkeit dar, den Algorithmus so abzuwandeln, daß auch eine Verkehrsqualitätsaussage auf Landstraßen möglich ist.

Ein Vorteil des oben beschriebenen Systems liegt darin, daß alle erwähnten Sensoren normalerweise im Fahrzeug verbaut sind und die entsprechenden Sensorsignale vorliegen. Ebenso ist in vielen Fahrzeugen bereits die Möglichkeit vorhanden, über GSM (Globales System für Mobile Kommunikation) die Daten zu übertragen. Zur Ausführung der Erfindung bedarf es daher lediglich noch einer Berechnungs- und Beurteilungseinheit, die die fahrzeugspezifischen Daten auswertet.

Vorteilhaft ist weiter, daß im Basissystem lediglich die Geschwindigkeits- und vorzugsweise auch die Bremsdaten benötigt werden. Diese werden zu mikroskopischen Kenngrößen (mittlere Geschwindigkeit, normiertes Beschleunigungsrauschen R_n und der Bremsaktivität) verarbeitet. Wesentlich ist auch, daß die Ermittlung der Verkehrsqualität im Fahrzeug selbst automatisch und mit großer Echtzeitnähe erfolgt.

Werden die Verkehrsqualitätsdaten an eine zentrale Recheneinheit übertragen, können die dort vorliegenden Informationen verarbeitet und aufbereitet wieder an andere Fahrzeugteilnehmer zurückübertragen werden. Dies kann in audio- oder videoaufbereiteten Form geschehen. Die übrigen Verkehrsteilnehmer könnten beispielsweise in einer Miniallösung lediglich über Staus informiert werden. In einer anderen Lösung könnten ihnen in Form einer mit Farbe gekennzeichneten Straßenkarte auf einem Bildschirm Informationen über die Verkehrsqualität auf einer bestimmten Strecke übermittelt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verkehrsqualitätserkennung, bei dem als Ausgangsgröße laufend zumindest die Geschwindigkeitsdaten bei wenigstens einem Fahrzeug ermittelt werden, aus dieser Größe zumindest eine Kenngröße jeweils über ein gleitendes Zeitfenster hinweg berechnet wird und aus dieser Kenngröße oder diesen Kenngrößen im Fahrzeug ein Verkehrsqualitätswert ermittelt wird, der über die Verkehrsqualität im Bereich um das jeweilige Fahrzeug Auskunft gibt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als weitere Ausgangsgröße laufend die Bremsaktivitäten berücksichtigt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Kenngrößen zumindest die mittlere Geschwindigkeit des Fahrzeugs und ein normiertes Beschleunigungsrauschen (R_n) jeweils in dem gleitenden Zeitfenster berechnet werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als normiertes Beschleunigungsrauschen der Quotient zwischen einerseits der Abweichung einer momentanen Beschleunigung von einer in dem gleiten-

den Zeitfenster ermittelten mittleren Beschleunigung und andererseits der in dem gleichen oder einem anderen Zeitfenster vorliegenden mittleren Geschwindigkeit bestimmt wird.

5. Verfahren nach einem Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Verkehrsqualitätswert in verschiedene Klassen von freier Verkehr bis stehender Verkehr eingeteilt wird.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der der jeweiligen Verkehrsqualität entsprechende Verkehrsqualitätswert, an eine außerhalb des jeweiligen Fahrzeugs befindliche Zentraleinheit übertragen wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Georeferenzierung mitübertragen wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung mittels Infrarot- oder Funksignals, insbesondere mittels eines GSM-Systems, durchgeführt wird.

9. Fahrzeug als Mittel zur Bestimmung der Verkehrsqualität umfassend zumindest einen Geschwindigkeitssensor (10), der die Fahrzeuggeschwindigkeit laufend ermittelt, eine Recheneinheit (12) zur Bestimmung zumindest einer Kenngröße aus dem Geschwindigkeitssignal in einem gleitenden Zeitfenster und eine Beurteilungseinheit (14), die aufgrund der Kenngröße oder der Kenngrößen einen Verkehrsqualitätswert ermittelt.

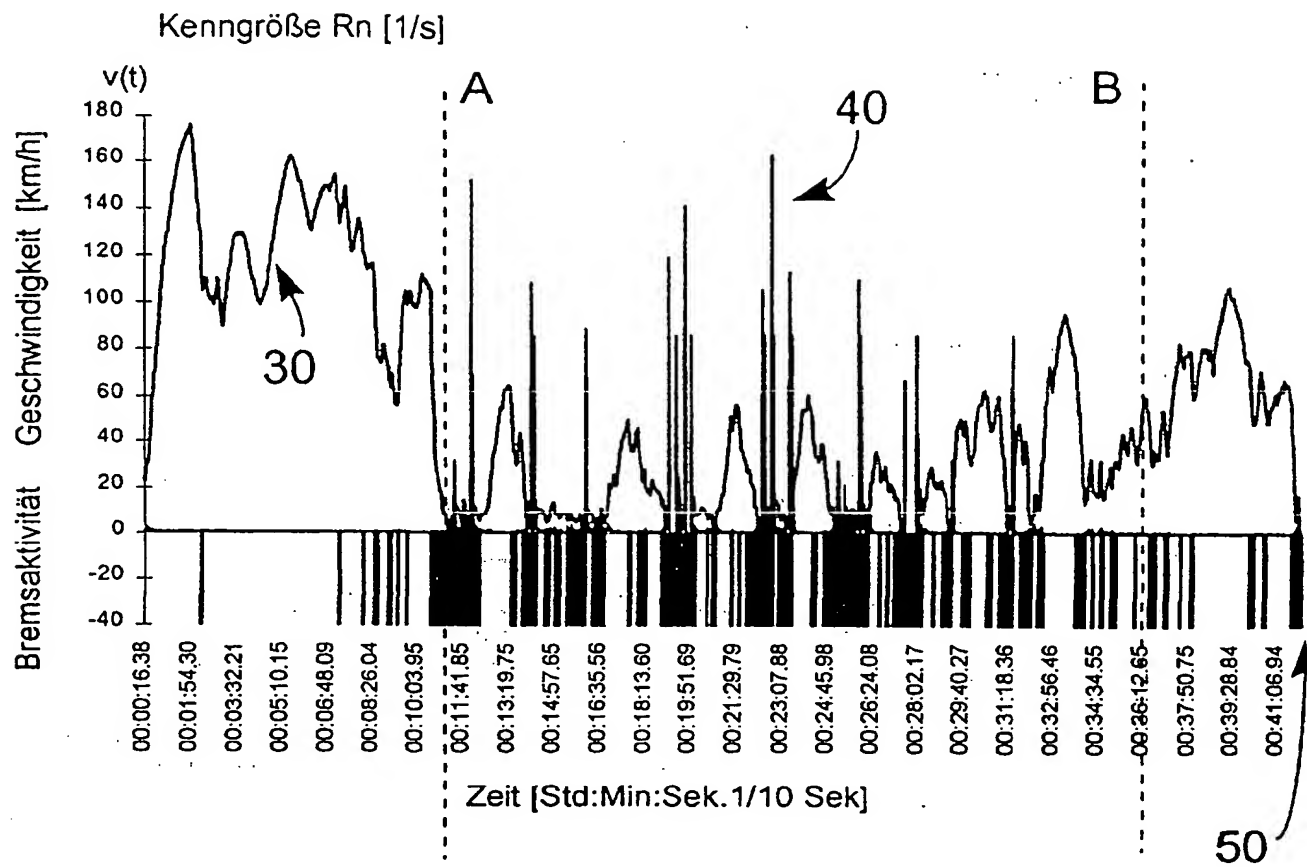
10. Fahrzeug nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein Sensor (13) die Bremsaktivitäten erfaßt und ein entsprechendes Signal an die Beurteilungseinheit (14) übermittelt.

11. Fahrzeug nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinheit (12) derart ausgebildet ist, um als Kenngrößen zumindest die mittlere Geschwindigkeit des Fahrzeugs und ein normiertes Beschleunigungsrauschen (R_n) jeweils in dem gleichen Zeitfenster zu berechnen.

12. Fahrzeug nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Recheneinheit (12) derart ausgebildet ist, um als normiertes Beschleunigungsrauschen den Quotienten zwischen einerseits der Abweichung einer momentanen Beschleunigung von einer in dem Zeitfenster ermittelten mittleren Beschleunigung und andererseits der in dem gleichen oder einem anderen Zeitintervall vorliegenden mittleren Geschwindigkeit zu bestimmen.

13. Fahrzeug nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß eine Sendeeinheit (16) vorgesehen ist, welche den der jeweiligen Verkehrsqualität entsprechenden Verkehrsqualitätswert an eine außerhalb des jeweiligen Fahrzeugs befindliche Zentraleinheit überträgt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

**Fig. 1**

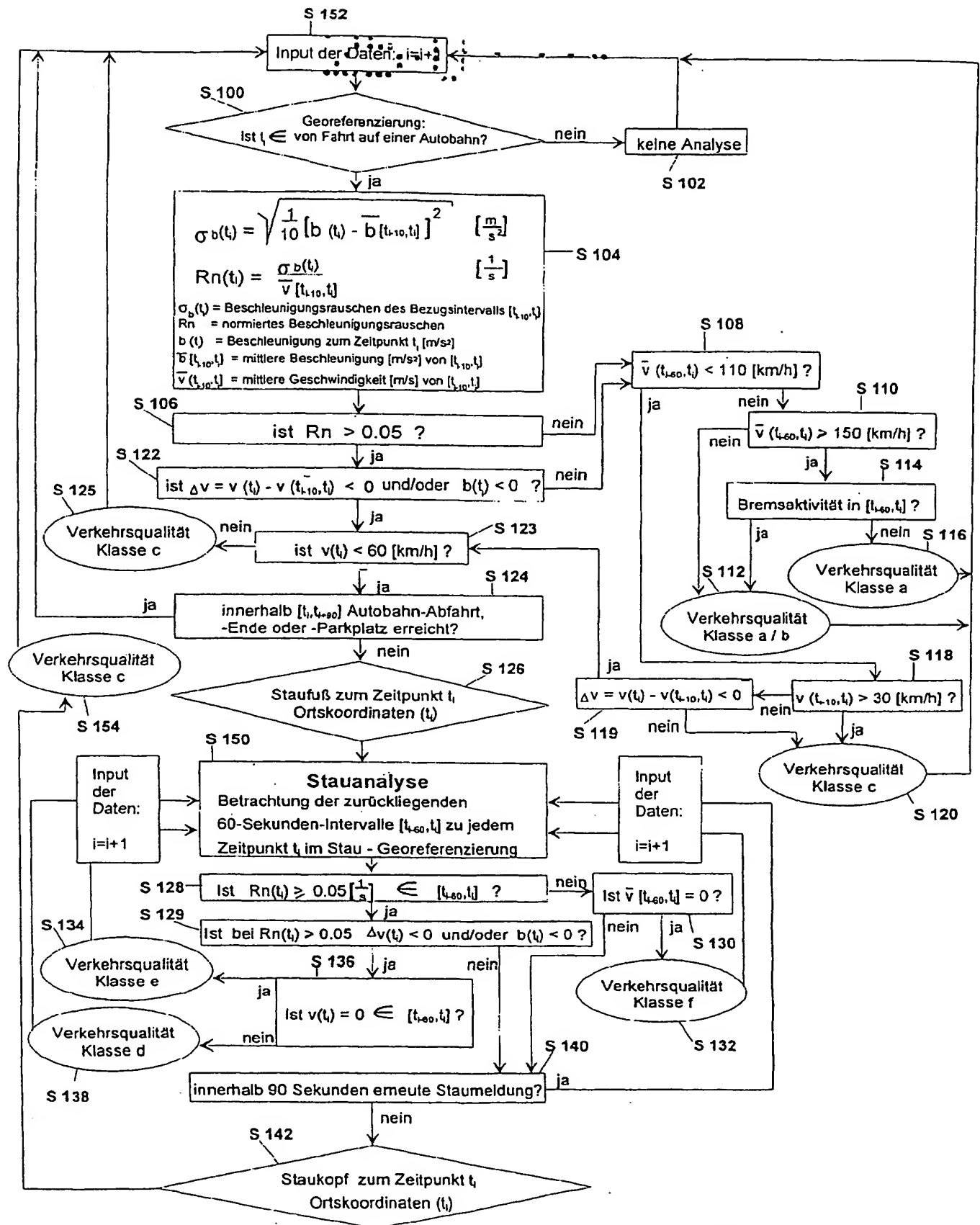


Fig. 2

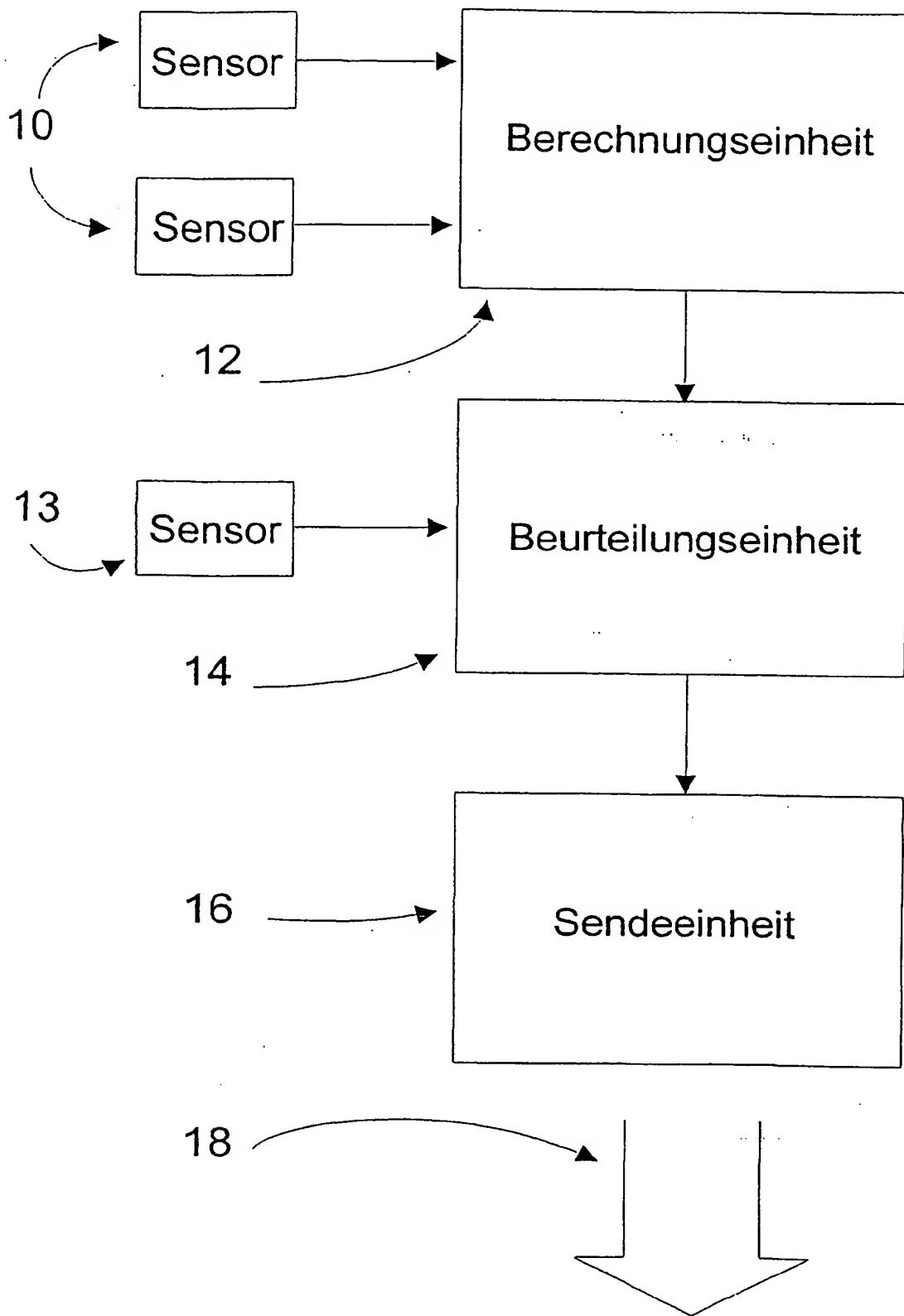


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.